Deutscher Bundestag
8. Wahlperiode

Drucksache 8/1997

Sachgebiet 751

Unterrichtung

durch die Bundesregierung

Vorschlag eines Beschlusses des Rates zur Festlegung eines Programms betreffend die Stillegung von Kernkraftwerken

»EG-Dokument R/977/78 (ATO 19)«

Inhalt

		Seite
Vorwort		
Teil I:	Stand und Aussichten der Stillegung von Kernkraftwerken	
	1. Einleitung	3
	2. Studien zur Stillegung	3
	3. Untersuchungen über die Stillegung	4
	4. Stillegungstechniken	6
	5. Schätzung der durch Stillegung bedingten Mengen radioaktiver Abfälle	8
	6. Leitgrundsätze	8
Teil II:	Programmvorschlag	
	1. Vorbemerkungen	10
	2. Allgemeine Züge des vorgeschlagenen Programms	10
	3. Forschungs- und Entwicklungsaktionen	10
	4. Festlegung von Leitgrundsätzen	11
	5. Aufschlüsselung der vorgeschlagenen Mittel	11

* * *

Anlage I:	Ergänzende Angaben zu Teil I
Anlage II:	Beschreibung der vorgeschlagenen Forschungs- und Entwicklungsaktionen
Vorschlag für einen Beschluß des Rates	

* * *

Druck: Thenée Druck KG, 5300 Bonn, Tel. 23 19 67
Alleinvertrieb: Verlag Dr. Hans Heger, 5300 Bonn 2, Postfach 2008 21
Bonn-Bad Godesberg, Herderstr. 56, Tel. (02221) 36 35 51

Vorwort

Im Mai 1977 hat der Rat als Teil des Aktionsprogramms der Gemeinschaften für den Umweltschutz [1]) den Grundsatz einer Aktion betreffend die Stilllegung von Kernkraftwerken gebilligt. Er hat die Kommission aufgefordert, frühere Studien und Erfahrungen zusammenzufassen und zu analysieren und ihm im Licht der Ergebnisse dieser Arbeit zweckdienliche Vorschläge zu unterbreiten.

Das vorliegende Dokument ist mit Unterstützung einer Gruppe nationaler Sachverständiger ausgearbeitet worden. Teil I enthält im wesentlichen eine Analyse früherer Studien und Erfahrungen, während in Teil II ein subventioniertes Aktionsprogramm vorgeschlagen wird.

Die Analyse und der Vorschlag sind auf Kernkraftwerke beschränkt worden, ohne andere kerntechnische Einrichtungen wie Forschungsreaktoren und Anlagen des Brennstoffzyklus in Betracht zu ziehen. Soweit jedoch Erfahrungen mit solchen anderen Einrichtungen verfügbar waren, sind sie berücksichtigt worden. Ferner ist zu bemerken, daß die Ergebnisse der vorgeschlagenen Aktion auch für andere Anlagen von Nutzen sein werden.

[1]) ABl. EG Nr. C 139 vom 13. Juni 1977

Gemäß Artikel 2 Satz 2 des Gesetzes vom 27. Juli 1957 zugeleitet mit Schreiben des Chefs des Bundeskanzleramts vom 29. Mai 1978 – 14 – 680 70 – E – Ke 7/78:

Dieser Vorschlag ist mit Schreiben des Herrn Präsidenten der Kommission der Europäischen Gemeinschaften vom 24. April 1978 dem Herrn Präsidenten des Rates der Europäischen Gemeinschaften übermittelt worden.

Die Anhörung des Europäischen Parlaments zu dem genannten Kommissionsvorschlag ist vorgesehen.

Mit einer Beschlußfassung durch den Rat ist vor der Sommerpause nicht zu rechnen.

TEIL I

Stand und Aussichten der Stillegung von Kernkraftwerken

1. Einleitung

Als Stillegung von Kernanlagen bezeichnet man die nach der Außerbetriebnahme ergriffenen Maßnahmen zum gesicherten Einschluß bzw. zur Beseitigung der Anlagen. Das Endziel der Stillegung ist die uneingeschränkte Freigabe des Anlagenstandorts für andere Zwecke. Ein relativ kleiner Teil eines Kernkraftwerks (15 bis 20 v. H.) stellt dabei Probleme, die mit dem Vorhandensein radioaktiver Stoffe verbunden sind.

Jedes Kernkraftwerk erreicht einmal das Ende des nutzbringenden Betriebs, aber die Gründe für die Außerbetriebnahme eines Werkes können verschieden sein. Eine Prototypanlage kann stillgelegt werden, wenn sie ihren Zweck erfüllt hat oder wenn das Ziel, das mit ihr angesteuert wurde, aufgegeben wird. Kommerzielle Anlagen werden außer Betrieb gesetzt, wenn ein wirtschaftlicher oder sicherer Betrieb nicht mehr möglich ist. Eine solche Lage könnte auch durch einen Störfall bedingt sein, wenn die Instandsetzung der Anlage zu kostspielig oder wegen Strahlenbelastung unmöglich ist.

Nach Außerbetriebsetzung eines Kernkraftwerks müssen zunächst der Kernbrennstoff, die im Prozeß befindlichen radioaktiven Stoffe und die im Normalbetrieb erzeugten radioaktiven Abfälle durch Routine-Operationen beseitigt werden. Für das weitere Verfahren sind im Rahmen der Internationalen Atomenergie-Organisation drei Stillegungsstufen wie folgt definiert worden:

Stillegung Stufe 1

Die Anlage bleibt praktisch intakt. Die mechanischen Öffnungssysteme (Ventile, Absperrglieder usw.) der ersten Kontaminationsschranke werden blockiert und versiegelt. Die Anlage wird ständig überwacht, und es werden Inspektionen durchgeführt, um nachzuprüfen, daß sie sich in gutem Zustand erhält.

Stillegung Stufe 2

Die primäre Kontaminationsschranke wird auf eine Mindestgröße reduziert und versiegelt, wobei alle leicht demontierbaren Teile entfernt werden. Der biologische Schild (z. B. Beton) wird so erweitert, daß er die Kontaminationsschranke vollständig umgibt.

Nachdem durch Dekontamination annehmbare Werte erreicht worden sind, kann der Sicherheitsbehälter entfernt werden. Die übrigen Teile der Anlage (Gebäude und Ausrüstungen) können demontiert oder für neue Verwendungszwecke umgewandelt werden. Eine Überwachung im Bereich der Schranke ist notwendig; sie braucht aber nicht so streng wie bei Stufe 1 zu sein. Der versiegelte Teil sollte Inspektionen von außen unterzogen werden.

Stillegung Stufe 3

Alle verbleibenden Teile der Anlage, deren Aktivität trotz der Dekontaminierungsverfahren noch signifikant ist, werden entfernt. Dann wird die Anlage uneingeschränkt freigegeben. Vom Standpunkt des Strahlenschutzes bedarf es keiner Überwachung oder Inspektion.

Die Stufen 1 bis 3 werden zuweilen auch – obwohl die Bedeutung nicht vollständig übereinstimmt – als „gesicherter Einschluß", „Teilbeseitigung mit gesichertem Resteinschluß" bzw. „totale Beseitigung" bezeichnet.

2. Erfahrungen mit der Stillegung

In der westlichen Welt sind bisher rund 20 Kernkraftwerke – durchweg in den Vereinigten Staaten und in Europa – außer Betrieb gesetzt worden. Fünf dieser Anlagen befinden sich in der Gemeinschaft:

- Marcoule G 1 und Chinon 1 in Frankreich
- Heißdampfreaktor (HDR) und Kernkraftwerk Niederaichbach in Deutschland
- Dounreay Fast Reactor im Vereinigten Königreich.

Die Stillegung der meisten außer Betrieb gesetzten Anlagen ist noch nicht über die Stufe 1 hinaus gediehen. Im Falle der folgenden fünf Kernkraftwerke ist die Stillegung weiter fortgeschritten: HNPF, BONUS, ERR (sämtlich in den USA), CNL (Schweiz) und HDR (Deutschland).

Die Stillegungsmaßnahmen haben den Vorschriften für den Schutz des Personals und der Bevölkerung entsprochen; besondere Störfälle sind nicht bekannt geworden. Es wurden wertvolle Erfahrungen in bezug auf Stillegungstechniken und -kosten gewonnen. Jedoch sind diese Erfahrungen aus den folgenden Gründen nicht unmittelbar auf die künftige Stillegung von Kernkraftwerken und insbesondere von großen kommerziellen Anlagen anwendbar:

- die Reaktoren waren Einzeltypen, die nicht in kommerziellen Kraftwerken verwendet wurden;
- sie waren vergleichsweise klein;
- sie waren nur während relativ kurzen Zeiten betrieben worden, so daß ihr Aktivitätsinventar gering war.

Einschlägige Erfahrung ist auch bei der Stillegung größerer Kernkraftwerkskomponenten gewonnen worden. Innerhalb der Gemeinschaft sind hier insbesondere die Demontage und das Zerschneiden der thermischen Schilde der Druckwasserreaktoren von Trino Vercellese und von Chooz zu erwähnen.

Stillegungsarbeiten bei Forschungsreaktoren und Anlagen des Brennstoffkreislaufs haben ebenfalls Erfahrungen vermittelt, die für die Stillegung von Kernkraftwerken von erheblichem Wert sind. An bedeutenderen Operationen in den Mitgliedstaaten sind zu erwähnen:

- der vollständige Abbruch der Uran-Fabrikationsanlage Le Bouchet (Frankreich);
- der vollständige Abbruch einer kleinen Prototyp-Wiederaufarbeitungsanlage in Fontenay-aux-Roses (Frankreich);
- umfangreiche Dekontaminierungsmaßnahmen bei Wiederaufarbeitungsanlagen in Mol (Belgien), Dounreay (Vereinigtes Königreich) und Trisaia (Italien).

Bei den in Abschnitt 3 behandelten Studien zur Stilllegung von kommerziellen Anlagen sind die verfügbaren Erfahrungen berücksichtigt und sorgfältig extrapoliert worden.

3. Studien zur Stillegung

3.1 Leichtwasserreaktoren

Den Leichtwasserreaktoren (LWR) gilt besonderes Interesse, da der größte Teil der bestehenden und in Bau befindlichen Kernkraftwerke mit solchen Reaktoren ausgerüstet ist und weil der Anteil der LWR in den nächsten Jahrzehnten voraussichtlich noch wachsen wird. Die Stillegungsprobleme der Druckwasserreaktoren, die etwa 80 v. H. der Leichtwasserreaktoren in der Gemeinschaft ausmachen und die diesem Abschnitt zugrundegelegt werden [2]) unterscheiden sich nicht grundlegend von denen der Siedewasserreaktoren.

Radioaktivität

Die nachstehenden Angaben (Größenordnungen) veranschaulichen das Aktivitätsinventar nach 40 Betriebsjahren und ein Jahr nach der endgültigen Abschaltung:

Komponenten (Geräte)	Gewicht t	Aktivität Ci
Druckgefäßeinbauten (Rostfreistahl)	180	10 [7])
Reaktordruckgefäß (Flußstahl, Auskleidung Rostfreistahl)	580	5000
Biologischer Schild (Beton, Flußstahlarmierung)	430	700
Nur kontaminierte Systeme (Rostfreistahl)	6000	3000

Das gesamte Aktivitätsinventar liegt um einen Faktor von rund 1000 niedriger als kurz nach der endgültigen Abschaltung, was durch die Entfernung des Brennstoffs und das Abklingen der kurzlebigen Nuklide bedingt ist. Der größte Teil dieser Aktivität entfällt auf einige den Reaktorkern umgebende Inneneinbauten mit maximalen spezifischen Aktivitäten von ca. 2 Ci/g.

Wichtiger als diese Gesamtaktivitäten sind die Aktivitäten spezifischer Nuklide. Radiotoxische langlebige Alphastrahler sind nicht in signifikantem Umfang vorhanden. Kobalt–60 ist wegen seiner durchdringenden Strahlung für die Exposition des Personals während der Stillegungsarbeiten ausschlaggebend und bestimmt somit den Grad der Abschirmung und der Fernbetätigung. Das Abklingen der Aktivität von Kobalt–60, dessen Halbwertzeit fünf Jahre beträgt, ist der Hauptgrund für einen Aufschub der Demontage. Nickel–63 und Nickel–59 [3]) sind wegen ihrer langen Halbwertszeiten für die Wahl der Methode der endgültigen Lagerung oder Beseitigung von Stahlkomponenten entscheidend.

Nickel–59 und Nickel–63 können zwar in signifikanten Mengen während langer Zeiträume vorhanden sein, bei der Beurteilung der von ihnen ausgehenden biologischen Gefährdung muß jedoch die geringe Intensität und Eindringtiefe der Strahlung berücksichtigt werden.

Stillegungsalternativen

Nach den Studienergebnissen wäre es zwar möglich, aber nicht optimal in bezug auf Gesundheitsschutz und Kosten, die Anlagen unmittelbar nach der endgültigen Abschaltung vollständig zu demontieren und zu beseitigen (sofortiger Übergang zu Stufe 3). Andererseits wäre es nicht tunlich, die Stufe 3 so lange aufzuschieben, bis sie durch das Abklingen der Radionuklide von selbst erreicht wäre. Die Hauptgründe für die Durchführung der Stufe 3 dürften die Verschlechterung des Zustands der Kontaminationsschranken, die Überwachungskosten während der niedrigeren Stufen und gegebenenfalls einzelstaatliche Genehmigungsvorschriften sein. Der wirtschaftliche Wert des rückgewonnenen Geländes wäre vergleichsweise unbedeutend. Der Standort eines Kernkraftwerks mag hohen Wert für das Stromerzeugungsunternehmen haben, aber es dürfte im allgemeinen möglich sein, eine neue Anlage ohne Abbruch des Reaktorgebäudes der alten Anlage zu erstellen, da dieses Gebäude gewöhnlich nur einen kleinen Teil des Standortgeländes in Anspruch nimmt.

Eine Entscheidung, mit Stufe 2 anstelle von Stufe 1 zu beginnen, wird von den Auflagen im einzelstaatlichen Genehmigungsverfahren abhängen. Geländerückgewinnung und ästhetische Gründe werden keinen Anreiz bieten, da der unterirdische Einschluß unzweckmäßig erscheint und große überirdische Strukturen, wenn nicht sogar das gesamte Sicherheitsgebäude, wie in den Vereinigten Staaten vorgesehen, bei Stufe 2 bestehen bleiben.

Stillegungskosten

Stillegungskosten entstehen durch Stillegungsarbeiten in der Anlage, durch Behandlung und Endlagerung der anfallenden Abfälle und, bis zum Erreichen der Stufe 3, durch die Überwachung und Wartung der Anlage. Die Methode der Abfallendlagerung ist entscheidend für die Endlagerkosten; sie kann auch vorhergehende Operationen und deren Kosten bedingen. Da die Methode der Endlagerung noch unbekannt ist, wurden die Kostenschätzungen auf der Grundlage angenommener Methoden vorgenommen und sind daher bis zu einem gewissen Grade hypothetisch. Die nachstehenden Kosten sind vor kurzem in einer amerikanischen Studie (A) und in einer europäischen Studie (E) geschätzt worden [4]) (in Millionen US-$, Preisbasis 1975, einschließlich Abbruch nichtnuklearer Gebäude):

Stillegungsalternativen	Studie A	Studie E
Sofortige Durchführung der Stufe 3	27	79
Verzögerte Durchführung der Stufe 3 [1])		
– nach Stufe 1	23	64
– nach Stufe 2	25	–

[1]) Wartezeit nach endgültiger Abschaltung: 108 Jahre bei A, 40 Jahre bei E; kein ständiger Wachdienst während Stufe 1.

[2]) Die Referenzanlage hat eine Kapazität von rund 1200 MWe.

[3]) Nickel 63: Halbwertzeit von 90 Jahren
Nickel 59: Halbwertzeit von 80 000 Jahren

[4]) Referenzen: Studie A: AIF/NESP-009SR; Studie E: EUR 5728 d

Diese Kosten betragen 4 bis 13 v. H. der Baukosten für die Anlage im Jahr 1975. Der Unterschied zwischen den beiden Schätzungen ist weitgehend durch die verschiedenen angenommenen Methoden der Endlagerung bedingt, bei denen es sich – was die Auswirkung auf die Kosten anlangt – praktisch um entgegengesetzte Extreme handelt. Die Studie A basiert auf geltenden finanziellen und technischen Bedingungen bei kommerziellen Anlagen für oberflächennahe Lagerung, nimmt jedoch eine stark erhöhte Radioaktivitätsgrenze an.

(Diese zweifellos unrealistische Annahme hat nur für die Alternative der sofortigen Durchführung der Stufe 3 Bedeutung). Die Studie E stützt sich auf die geltenden Bedingungen bei einer experimentellen geologischen Endlagerstätte, die insbesondere die Verpackung sämtlicher Abfälle in kleinen Einheiten erfordert.

Im übrigen sind diese Kosten nicht diskontiert. Der Vergleich von Kosten, die zu verschiedenen Zeitpunkten entstehen, schließt jedoch unweigerlich die Diskontierung ein; wenn diese unterbleibt, bedeutet das lediglich, daß ein Diskontsatz von Null benutzt wird. Diskontsätze können auf der Grundlage von erwarteten Zinssätzen und Inflationsraten, von Praktiken der Stromerzeugungsunternehmen oder von makroökonomischen Betrachtungen gewählt werden. Deshalb ist es nicht möglich, in diesem Rahmen einen spezifischen Satz vorzuschlagen; jedoch muß der vorherrschende Einfluß der Diskontierung, selbst mit so niedrigen Sätzen wie 1 v. H. jährlich, hervorgehoben werden. Dieser Einfluß verringert das Verhältnis von Stillegungskosten zu Kapitalaufwand, wobei die Verringerung um so erheblicher ist, je länger die Stufe 3 verzögert wird, so daß die Rückstellungen wachsen können.

Die während der Stufen 1 und 2 anfallenden laufenden Kosten wären niedriger als in den Studien angenommen, wenn der stillgelegte Kraftwerksblock den Standort mit mindestens einem in Betrieb befindlichen Block teilte, was in absehbarer Zukunft der häufigste Fall sein wird. Auf der anderen Seite würde ein ständiger Wachdienst, der für eine einzelne Anlage in der Stufe 1 notwendig sein könnte, zusätzliche Kosten verursachen. Es sind konstante jährliche Wartungskosten, ausschließlich größerer Arbeiten, angesetzt worden; es wird jedoch eingeräumt, daß dies unrealistisch sein könnte, vor allem im Falle längerer Wartezeiten. Da eine zu starke Verwitterung der Anlage zu vermeiden ist, ist langfristig mit anwachsenden Wartungskosten zu rechnen, was ein Grund dafür sein kann, daß eher zu Stufe 3 übergegangen wird. Dieser Aspekt erfordert weitere Untersuchungen.

Berufliche Strahlenbelastung

Die Strahlenbelastung des Personals gilt als wichtigstes Sicherheitsproblem bei der Stillegung. Es müssen nicht nur die Personendosisgrenzen beachtet werden, sondern auch die gesamte Strahlendosis ist innerhalb annehmbarer Grenzen zu halten. Über die Verwendung von Abschirmungen hinaus kommt es wesentlich auf Fernbetätigung und Einschlüsse mit kontrollierter Belüftung sowie auf sorgfältige Planung der einzelnen Stillegungsarbeiten an. Die in der bereits erwähnten Studie A geschätzten Gesamtdosen der beruflichen Strahlenbelastung betragen 630 Mann-rem für die sofortige Durchführung der Stufe 3 und rund 450 Mann-rem für die Stufen 1 oder 2 und die verzögerte Stufe 3 (108 Jahre nach Außerbetriebnahme). Es ist zu bemerken, daß in anderen Studien wesentlich höhere Dosen geschätzt worden sind.

3.2 Gasgekühlte Reaktoren

Graphit-Gas-Reaktoren werden wahrscheinlich den größten Teil der Kernkraftwerke ausmachen, die bis zum Ende unseres Jahrhunderts außer Betrieb genommen werden.

Ihr Aktivitätsinventar unterscheidet sich von dem der Leichtwasserreaktoren vor allem durch geringere spezifische Aktivitäten, aber größere Volumina, das Vorherrschen von Flußstahl gegenüber Rostfreistahl und die großen Mengen Graphit, die jedoch in leicht zu handhabenden Teilen vorliegen. Für das Druckgefäß und die Druckgefäßeinbauten eines typischen kommerziellen Magnox-Reaktors (250 MWe) wurden folgende Materialmengen angegeben: 2500 Tonnen Flußstahl, 100 Tonnen Rostfreistahl und 2500 Tonnen Graphit. Was den biologischen Betonschild angeht, so ist nur die innere Schicht aktiviert. Die Dicke dieser Schicht wird zwei Jahre nach der Abschaltung rund 1,5 m betragen; sie wird sich mit der Zeit infolge des radioaktiven Zerfalls verringern. Dennoch würde dieser Beton das massenmäßig größte Beseitigungsproblem aufwerfen. Mit den Wärmetauschern wäre wegen ihrer Größe und wegen der Oberfläche und Geometrie der Rohre ein erhebliches Dekontaminierungsproblem verbunden.

Die Untersuchung über die Stillegung eines repräsentativen kommerziellen Magnox-Reaktors ist noch im Gange; eine ausführliche technische Studie über den Windscale Advanced Gas-cooled Reactor (WAGR) wurde jedoch abgeschlossen, und wahrscheinlich werden ihre Ergebnisse im Prinzip auch auf Magnox-Reaktoren anwendbar sein. Die WAGR-Studie basiert in einem Falle auf einem Vorgehen, bei dem Stufe 1 als Zwischenphase, Stufe 2 als Lagerung von unbestimmter Dauer und Stufe 3 als ideales Endziel angesehen werden. Die Alternative ist der Übergang von der Abschaltung des Reaktors zu Stufe 3 als kontinuierliche Operation. Man ist zu dem Schluß gelangt, daß ein langfristig zufriedenstellender Zustand der Stufe 2 geschaffen werden kann und daß dem unmittelbaren Übergang zu Stufe 3 keine technischen Hindernisse im Wege stehen.

Die Konzeption der Stufe 2 unterscheidet sich von dem in den Vereinigten Staaten für Druckwasserreaktoren vorgesehenen Konzept dadurch, daß der Abbruch des Sicherheitsgebäudes und die Demontage der Wärmetauscher vorgesehen sind, was zu einer beträchtlichen Verringerung des in Anspruch genommenen Geländes und der optischen Beeinträchtigung führt. Im Falle kommerzieller Magnox-Reaktoren mit Stahldruckgefäßen würde es sich – unabhängig von der Leistung – bei den verbleiben-

den Strukturen um Zylinder von rund 30 Meter Durchmesser und einer Höhe von 18 bis 30 Metern über dem Boden handeln.

Gegenstand einer detaillierten Stillegungsstudie war Chinon 1, ein Gas-Graphit-Prototypreaktor mit 70 MWe, der 1973 aus wirtschaftlichen Gründen außer Betrieb genommen wurde, nachdem er zehn Jahre lang mit einem mittleren Lastfaktor von rund 50 v. H. gearbeitet hat. Aufgrund von Aktivitätsmessungen an Proben ist die Aktivität des Graphitmoderators (1050 Tonnen) Ende 1975 auf 3000 Ci Kobalt–60, 1200 Ci Tritium, 300 Ci Kohlenstoff–14 sowie 0,5 Ci Plutonium–239 und Plutonium–240 geschätzt worden. Messungen innerhalb der Brennstoffkanäle haben Dosisleistungen in der Größenordnung von 10 rem/h im Graphit mit einem Maximum von 400 rem/h in der Nähe der Kerntragplatte aus Stahl ergeben. Die aktivierten Stahlkomponenten machen rund 1500 Tonnen aus. Erste Messungen haben gezeigt, daß der Beton des biologischen Schildes nicht aktiviert ist.

In der Studie über Chinon 1 wird die direkte Durchführung der Stufen 1, 2 und 3 verglichen. Es wurde angenommen, daß Stufe 2 den Einschluß des Reaktordruckgefäßes und der Wärmeaustauscher in Beton und die Demontage anderer kontaminierter Systeme sowie die Lagerung der Teile in versiegelten Räumen im Sicherheitsbehälter umfaßt. Man ist zu dem Schluß gelangt, daß diese Bedingungen nicht sicherer wären als die der Stufe 1 und daß sie den späteren Übergang zu Stufe 3 komplizieren würden. Die Stufe 3 ist ausführlich – mit Auslegungsstudien für die erforderlichen fernbetätigten Ausrüstungen – untersucht worden.

Aufgrund dieser Studie ist beschlossen worden, die Anlage in ein kerntechnisches Museum umzuwandeln. Dieser Plan, der vor allem der Öffentlichkeit Zugang zu einem Teil des Sicherheitsbehälters bieten wird, soll bis 1978 oder 1979 durchgeführt werden. Die Möglichkeit, 30 Jahre später zu Stufe 3 überzugehen, bleibt offen.

3.3 Stillegung nach einem größeren Störfall

Die in den vorstehenden Abschnitten (3.1, 3.2) behandelten Studien betreffen Anlagen, die in einem normalen Zustand außer Betrieb gesetzt werden. Schwerere Störfälle, die zu einer ausgedehnten starken Kontamination innerhalb des Sicherheitsgebäudes führen, würden besondere Stillegungsprobleme bieten und sogar Routinemaßnahmen wie die Entladung und Beseitigung des Brenstoffs erschweren. Während solche Störfälle bei der Auslegung der Anlage berücksichtigt werden, ist ihre Auswirkung auf die Stillegung nur unzureichend bekannt. Noch in Gang befindliche erste Studien lassen erkennen, daß es sich hier um ein komplexes Problem handelt.

4. Stillegungstechniken

4.1 Dekontaminierung

Bei der Stillegung dient die Dekontaminierung in den meisten Fällen dem Zweck, die Demontage und weitere Behandlung von Komponenten durch Verringerung des Strahlenpegels und Entfernung lose haftender Kontamination zu erleichtern. Ein anderes mögliches Ziel ist die „vollständige Dekontamination", d. h. die Dekontamination bis zu einem Wert unterhalb der Grenze für die uneingeschränkte Freigabe von Material, um das Volumen des radioaktiven Abfalls zu verringern. Die Vorteile der Dekontaminierung sind gegen die operationellen Risiken, die sich aus dem anfallenden Abfall ergeben, und die Kosten abzuwägen. Es bestehen mithin unterschiedliche Auffassungen darüber, was als angemessener Dekontaminierungsaufwand anzusehen ist. Diese Frage bedarf weiterer Untersuchungen; ohne eine bessere Kenntnis der technischen Möglichkeiten kann sie nicht beantwortet werden.

Die einzigen bewährten Dekontaminierungsverfahren sind diejenigen, die gegenwärtig bei in Betrieb befindlichen Reaktoren angewandt werden. Sie lassen sich wie folgt einteilen:

— System-Dekontaminierung: sie wird unter Verwendung von chemischen Agenzien in geschlossenen Systemen der Anlage angewandt;
— Tauch-Dekontaminierung: Sie wird unter Verwendung von chemischen Agenzien und meist in Kombination mit mechanischen Mitteln wie Bürsten oder Ultraschall auf demontierte Komponenten angewandt;
— Strahl-Dekontaminierung: Sie wird lokal durch Öffnungen auf Systeme oder in besonderen Zellen auf demontierte Komponenten oder auch auf Gebäudeoberflächen angewandt, wobei mit einem Dampf- oder Flüssigkeitsstrahl oder einem Gemisch von Flüssigkeit und Schleifpartikeln gearbeitet wird.

Es liegt umfangreiche Erfahrung mit diesen Techniken vor, die aber schwer zu interpretieren ist. Die erzielten Dekontaminationsfaktoren variieren je nach den besonderen Bedingungen über einen weiten Bereich, und zwar auf eine Weise, die noch nicht gut verstanden wird.

Diese bewährten Techniken wurden zur Anwendung auf Komponenten entwickelt, die zu warten oder zu reparieren sind, d. h. unter dem Zwang, die Integrität der Komponenten zu erhalten. Wenn diese Techniken auch bei der Stillegung von Nutzen sein sollen, wären aggressivere Methoden, die eine wirksame Dekontamination ergeben, wünschenswert. Dabei könnte es sich um Varianten der bewährten Techniken, z. B. System- und Tauch-Dekontaminierung unter Verwendung aggressiverer chemischer Agenzien oder Strahl-Dekontaminierung bei höherem Druck oder mit stärker schleifenden Partikeln usw., aber auch um grundsätzlich neue Techniken handeln.

Die System-Dekontaminierung bietet den Vorteil, daß sie vor Öffnung und Ausbau des betreffenden Systems erfolgt, wodurch die Strahlenbelastung des Personals verringert wird. Bei der Anwendung dieser Technik wird jeweils eine große Fläche erfaßt; jedoch ist eine selektive Anwendung auf lokale Kontaminationsspitzen nicht möglich. Das Verfahren ist auch weniger wirksam in Ritzen und toten Enden eines Systems, wo sich die Kontamination häufig konzentriert. Daher führt die System-Dekon-

taminierung in der Regel nicht zur vollständigen Dekontamination. Wegen des großen Volumens mancher Systeme, z. B. des primären Kühlkreislaufs, und der Notwendigkeit mehrerer Dekontaminierungs- und Spülgänge ergeben sich sehr große Mengen radioaktiver Flüssigkeit, was zu Problemen der Zwischenlagerung und der Aufbereitung führen kann. Darüber hinaus sind der unterschiedliche Angriff der verschiedenen Werkstoffe eines Systems und die Verschleppung der Kontamination auf ursprünglich saubere Bereiche Aspekte, die berücksichtigt werden müssen.

Bei der Tauch-Dekontaminierung kann für kleine Komponenten das vorhandene Gerät verwendet werden; jedoch ist die Korrosion der Behälter in Betracht zu ziehen, wenn aggressivere chemische Agenzien verwendet werden. Größere Komponenten würden Probleme des Raumbedarfs, des Geräts und der anfallenden Flüssigkeitsmenge aufwerfen.

Die folgenden neuen Techniken wurden vorgeschlagen:

— Dekontaminierung mittels chemischer Agenzien, die als Oberflächenschicht aufgetragen werden, z. B. Pasten und Salzschmelzen. Laborexperimente haben zu vielversprechenden Ergebnissen geführt, die auf hohe Effizienz und geringes Volumen von Sekundärabfall hindeuten;

— elektrolytische Dekontaminierung unter Anwendung ähnlicher Verfahren wie des in der nichtnuklearen Industrie bekannten Elektropolierens;

— Dekontaminierung durch Explosivverfahren. Erste Experimente haben gezeigt, daß der Oxidfilm, der die Kontamination von Stahlkomponenten enthält, vom Grundmetall abgespalten werden kann. Das Volumen des dabei anfallenden Abfalls wäre sehr gering.

4.2 Demontage

Ausbau von Stahlkomponenten

Das Reaktorgefäß und seine Einbauten bieten die schwierigsten Demontageprobleme. Wegen des hohen Strahlenpegels ist Fernbetätigung erforderlich. Die aktiveren Inneneinbauten von Leichtwasserreaktoren sollten möglichst unter Wasser zerschnitten werden, wobei das Wasser als Abschirmung wirkt und die Entstehung von Aerosolen in Grenzen hält. Einige Komponenten haben große Wanddicken, die bis zu 500 mm gehen (Reaktorgefäßflansch bei Druckwasserreaktoren).

Mechanische Arbeiten wie Fräsen und Sägen können unter Wasser durchgeführt werden; sie sind aber zeitraubend und erfordern schwere Halterungen. Bei thermischen Verfahren muß besonders auf den Einschluß der Aerosole geachtet werden. Das Plasmaschneiden, das unter Wasser durchgeführt werden kann, erscheint attraktiv. Gegenwärtig kann das Verfahren bis zu Wanddicken von rund 170 mm angewandt werden; es besteht jedoch ein Entwicklungspotential bis zu 500 mm. Ein weiteres aussichtsreiches Verfahren ist das Propan-Brennschneiden. Elektroschmelztrennen kommt für große Wanddicken in Betracht, hat jedoch den Nachteil starker Aerosol-Produktion.

Beim Ausbau von Rohrleitungen kann die Entfernung der Wärmeisolierung besondere Probleme aufwerfen. Ferner steht noch keine geeignete Technik für das Zerschneiden von Rohren mit großem Durchmesser und großer Wanddicke, wie sie im Primärkreislauf von Druckwasserreaktoren verwendet werden, zur Verfügung. Das Zerschneiden von Rohren mit Sprengverfahren stellt eine neue Technik dar, die weiterentwickelt werden sollte. Experimente mit Rohren geringerer Größe haben gezeigt, daß die Abtrennung eines Rohrs und der Verschluß seiner Enden in einem einzigen Arbeitsgang mit Hilfe von Sprengverfahren möglich ist.

Demontage von Betonbauteilen

Der biologische Schild ist die Betonstruktur, deren Ausbau die größten Probleme aufwirft. Durch gespeicherte Energie bedingte spezielle Schwierigkeiten können sich bei bestimmten Spannbeton-Druckgefäßen ergeben, die in einigen Graphit-Gas-Reaktoren verwendet werden.

Für die Betonzerkleinerung gibt es mehrere erprobte Techniken. Beim Sprengverfahren werden Sprengkapseln in Bohrungen eingeführt, die eine durchgehende Lockerung oder eine schichtweise Absprengung bewirken. Dieses Verfahren ist relativ teuer und zeitraubend. Bei der Wärmestrahltechnik werden mit Sauerstofflanzen Löcher in geringem Abstand voneinander in den Beton gebrannt, wobei Eisen zur Erreichung der erforderlichen Hitze dient. Diese Zerkleinerungsmethode arbeitet vergleichsweise schnell, ist aber mit starker Rauchentwicklung verbunden. Außerdem können Verfahren wie Sägen, hydraulisch oder pneumatisch angetriebene Keile oder Hochdruckwasserstrahlen eingesetzt werden.

Diese erprobten Techniken bedürfen der Weiterentwicklung und Anpassung, damit sie für die schwierigeren Aufgaben der künftigen Demontage verwendet werden können.

An weiteren Techniken kommen hydraulisches Brechen, Lichtbogenschneiden mit anschließendem Bohren und Brechen durch Unterkühlung in Betracht.

4.3 Ausrüstungen für Fernbetätigung

Ferngesteuerte Arbeiten wie Demontage, Dekontaminierung, Konditionierung und Verpackung erfordern besondere Ausrüstungen zum Halten und Bewegen der Werkzeuge, Meßinstrumente, Fernsehkameras und der zu behandelnden Teile. Solche Ausrüstungen können für bestimmte Situationen ad hoc oder als Mehrzweckausrüstungen konzipiert werden. Sie gehören zu einer Technologie, die in Reaktoren und heißen Zellen bereits eingesetzt wird, die jedoch für Stillegungsarbeiten ausgebaut und weiterentwickelt werden muß.

4.4 Behandlung und Lagerung von Stillegungsabfällen

Behandlung, Verpackung, Beförderung und Lagerung oder Beseitigung sind Operationen, die insgesamt optimiert werden müssen, wobei die spezifischen Eigenschaften des jeweiligen Abfalltyps als Grundlage zu dienen haben. Die Entwicklung der optimalen Konzepte für die Behandlung von Still-

legungsabfällen befindet sich noch im Anfangsstadium.

Der beim Ausbau von größeren aktivierten Komponenten entstehende Abfall ist durch große Anfangsdimensionen und dadurch charakterisiert, daß die Aktivität überwiegend im Grundmetall eingeschlossen ist. Ein Leitgedanke für die Behandlung dieses Abfalls wäre der, das Zerschneiden auf den für den Transport notwendigen Umfang zu begrenzen, um die Arbeiten unter Bestrahlung und die Ausbreitung von radioaktivem Material auf ein Minimum herabzusetzen. Dementsprechend sollten große Transportbehälter für bestimmte Komponenten entwickelt und die Endlager für die Aufnahme großer Einheiten ausgelegt werden.

Bei kontaminierten Rohren erscheint eine Behandlung zur Verringerung des Lagervolumens wünschenswert. Als Verfahren wurden Zusammenpressen, Brechen durch Unterkühlung und Schmelzen vorgeschlagen. Die Durchführbarkeit einer solchen Behandlung einschließlich der Frage, ob die Arbeiten am Standort des Kernkraftwerks oder in einer zentralen Anlage durchzuführen sind, sollten untersucht werden.

Was den radioaktiven Betonabfall angeht, so wäre es wünschenswert, über eine billige Methode zum langfristigen Einschluß der Radionuklide zu verfügen.

Für den bei der Stillegung von Gas-Graphit-Reaktoren und fortgeschrittenen gasgekühlten Reaktoren anfallenden Graphitabfall wurde die kontrollierte Verbrennung vorgeschlagen. Um beurteilen zu können, ob diese Methode geeignet ist, müssen nicht nur die lokalen radiologischen Wirkungen, sondern auch die langfristigen Folgen – durch den Beitrag zu der weltweiten Untergrundstrahlung – der Freigabe erheblicher Mengen des langlebigen Radionuklids Kohlenstoff–14 in Betracht gezogen werden.

Auf die Sekundärabfälle braucht hier nicht besonders eingegangen zu werden, da sie nach den Methoden, die gegenwärtig auf die beim Betrieb von Kernkraftwerken anfallenden Abfälle angewandt werden, in angemesssener Weise behandelt werden können.

Folgende Methoden werden von einigen Ländern für die Endlagerung oder die Beseitigung verschiedener Arten von Stillegungsabfällen in Betracht gezogen: Oberflächennahe Lagerung, Lagerung in einem stillgelegten Bergwerk, Einlagerung in tiefe Bohrlöcher und Meeresversenkung.

5. Schätzung der durch Stillegungen bedingten Mengen radioaktiver Abfälle

5.1 Allgemeine Betrachtungen

Die folgenden Angaben werden benötigt, um den Anfall radioaktiver Abfälle durch die Stillegung von Kernkraftwerken schätzen zu können:

a) Zeitplan für die Außerbetriebnahme der Anlagen;
b) Inventar der radioaktiven Komponenten, Systeme und Strukturen der Kernkraftwerke und Schätzung der enthaltenen Radionuklide;
c) Zeitplan für die Stillegungsarbeiten und insbesondere die Demontage;
d) Änderung des ursprünglichen Volumens und der Radioaktivität der betreffenden Materialien durch Dekontaminierung, Behandlung, Verpakkung usw. und dabei entstehende Mengen an Sekundärabfällen.

Das Ergebnis eines ersten Ansatzes zu Buchstabe a ist in Punkt 5.2 dargelegt.

Was Buchstabe b anbelangt, so ist es wegen der Vielfalt vorhandener Kernkraftwerke notwendig, die meisten dieser Anlagen individuell zu behandeln. Einige Angaben stehen bereits zur Verfügung, aber es muß noch viel Arbeit geleistet werden, bevor ein vollständiger Überblick über die Aktivitätsinventare gegeben werden kann.

Für die Buchstaben c und d müssen Referenz-Strategien entwickelt werden, was als eine langfristige Aufgabe zu betrachten ist.

5.2 Außerbetriebnahme von Kernkraftwerken

Es ist noch verfrüht, Vorhersagen zum Zeitplan der Außerbetriebnahme von Kernkraftwerken anzustellen, da die Betriebsdauer innerhalb eines weiten Bereichs ungewiß ist. Die nachstehende Tabelle veranschaulicht ein mögliches Schema. Sie berücksichtigt die gegenwärtig in der Gemeinschaft in Betrieb und im Bau befindlichen Kernkraftwerke; außer bei einigen Prototyp-Anlagen, für die kürzere Fristen angenommen wurden, wurde die Betriebsdauer mit 30 Jahren angesetzt.

Reaktortyp	Außerbetriebnahme der Reaktoren 1981 bis 1990	1991 bis 2000	2001 bis 2010
Gas-Graphit-Reaktoren und fortgeschrittene gasgekühlte Reaktoren	11	20	14
Leichtwasserreaktoren	3	7	37
Sonstige Typen	2	2	4
Insgesamt	16	29	55

6. Leitgrundsätze

In der nahen Zukunft können nur sehr allgemeine Leitgrundsätze für die Stillegung aufgestellt werden; die detaillierte Formulierung solcher Grundsätze ist eine langfristige Aufgabe. Bei einer Betrachtung auf Gemeinschaftsebene müssen ferner die unterschiedlichen Bedingungen in den Mitgliedstaaten wie verwendete Reaktortypen, geographische Verhältnisse und Dringlichkeit der Stillegung berücksichtigt werden.

Gemeinschaftsbemühungen in diesem Bereich sollten sich mit den Maßnahmen, die auf Weltebene von der Internationalen Atomenergie-Organisation getroffen werden, nicht überschneiden und sollten diese Maßnahmen nicht behindern. Man muß sich jedoch darüber im klaren sein, daß die Gemeinschaft ihrem Standpunkt in diesem größeren Rahmen mehr Gewicht verschaffen könnte, wenn sie klare und durch geeignete Studien untermauerte Konzeptionen hätte.

6.1 Leitlinien für die Planung und den Betrieb von Kernkraftwerken im Hinblick auf die Erleichterung der Stillegung

Untersuchungen haben ergeben, daß die modernen Kernkraftwerke hinsichtlich der Stillegung keine fundamentalen Schwierigkeiten bieten, die grundlegende konstruktive Änderungen erfordern würden. Um die Stillegung zu erleichtern, wurden Verbesserungen betreffend die Anordnung, die Gestaltung und die Werkstoffe der Kraftwerkskomponenten vorgeschlagen; solche Verbesserungen dürften möglich sein.

Bei den modernen Kernkraftwerken werden in zunehmendem Maße Eigenschaften ausgebildet, die Wartungs- und Reparaturarbeiten während der Betriebszeit erleichtern sollen; diese Eigenschaften werden schließlich auch die Stillegung vereinfachen.

6.2 Leitlinien für die Stillegung von Kernkraftwerken

Die Stillegungsarbeiten unterliegen allgemeinen kerntechnischen Vorschriften; aber in den Mitgliedstaaten bestehen noch keine detaillierten spezifischen Leitlinien für die Stillegung. Zum Beispiel sind die Höchstwerte für die Strahlenbelastung des Personals und der Bevölkerung in allgemeinen Verordnungen festgelegt; es gibt aber keine Kriterien für die uneingeschränkte Freigabe von Ausrüstungen und Standorten.

Solche Fragen sind bei früheren Stillegungen von Fall zu Fall geregelt worden. In diesem Zusammenhang sind auch die gegenwärtigen Bemühungen der Internationalen Atomenergie-Organisation zu erwähnen.

TEIL II

Programmvorschlag

1. Vorbemerkungen

Es sind größere Fortschritte konzeptueller und technischer Art erforderlich, um Kernkraftwerke auf die hinsichtlich Gesundheitsschutz und Wirtschaftlichkeit optimale Weise stillegen zu können. Die gewählten Lösungen können die Entwicklung der Atomstromerzeugung durch ihre wirtschaftlichen Auswirkungen und durch die Art, wie sie von der Öffentlichkeit aufgenommen werden, beeinflussen.

Da die Zahl der stillzulegenden Kernkraftwerke in den nächsten Jahrzehnten nur langsam wachsen wird und da es ferner möglich ist, den Abbruch und die Beseitigung der Anlagen nach ihrer Außerbetriebnahme lange aufzuschieben, könnte man zu der Ansicht gelangen, daß vorläufig noch keine beträchtlichen Anstrengungen zur Lösung der Stillegungsprobleme erforderlich sind. Das wäre jedoch aus folgenden Gründen ein gefährlicher Irrtum:

- Es sollten in zunehmendem Maße stillegungsfreundliche Eigenschaften entwickelt und in das Konzept neuer Anlagen aufgenommen werden.
- Bei der Ermittlung, Entwicklung und Einführung der optimalen Lösungen handelt es sich um eine langfristige Aufgabe. Für die technischen Entwicklungen werden der rechtliche und administrative Rahmen und namentlich die Kriterien für die Freigabe und für die zentrale Endlagerung von Abfällen bestimmend sein. Die Industrie muß daher frühzeitig über entsprechende Leitlinien verfügen. Auf der anderen Seite bedarf es einer besseren Kenntnis der möglichen technischen Optionen, damit die Rechts- und Verwaltungsvorschriften weiterentwickelt werden können.
- Eine bessere Kenntnis der Stillegungskosten wird die Stromerzeugungsunternehmen in die Lage versetzen, den nationalen Vorschriften entsprechend Rücklagen für die Stillegung zu machen.
- Unter besonderen Umständen, zum Beispiel nach einem Störfall, können sich Stillegungsarbeiten als dringlich erweisen.
- Im Hinblick auf die Zustimmung der Öffentlichkeit zu neuen Kernkraftwerken wird es immer wichtiger, über durchentwickelte und wohlfundierte Konzepte für die Stillegung der Anlagen zu verfügen, selbst wenn endgültige Lösungen noch nicht unbedingt benötigt werden. Man könnte so weit gehen, den Abbruch und die Beseitigung einer Anlage vorfristig in Betracht zu ziehen, um die Durchführbarkeit eines Stillegungskonzepts zu demonstrieren.

Die Kommission ist deshalb der Meinung, daß über die Forschungsarbeiten der Gemeinsamen Forschungsstelle hinaus mit einer indirekten Aktion die Kräfte auf Gemeinschaftsebene zusammengefaßt und durch Informationsaustausch und Arbeitsteilung Geld und Zeit gespart werden könnten. Ferner könnte sich ein gemeinschaftlicher Ansatz positiv auf die Aufnahme der von den Mitgliedstaaten gewählten Lösungen in der Öffentlichkeit auswirken, ungeachtet der Unterschiede, die wegen der besonderen Eigenschaften der Kernkraftwerke und anderer einzelstaatlicher Bedingungen notwendig sind. In einem Mitgliedstaat bereits im Gang befindliche Arbeiten könnten im Rahmen eines gemeinsamen Programms weitergeführt werden, wenn der betreffende Staat dazu bereit ist und wenn die Arbeiten für die Gemeinschaft von Interesse sind. Der Dienstleistungscharakter der Arbeiten und die untergeordnete Bedeutung des kommerziellen Wettbewerbs in diesem Bereich werden einen gemeinschaftlichen Ansatz erleichtern.

2. Allgemeine Züge des vorgeschlagenen Programms

Das Programm, das vom 1. Juli 1978 an für einen Zeitraum von fünf Jahren vorgeschlagen wird, muß als erste Stufe eines längerfristigen Vorhabens betrachtet werden. Es umfaßt eine Reihe von Studien und experimentellen Projekten mit dem Ziel, die in bezug auf Gesundheitsschutz und Wirtschaftlichkeit geeignetsten Lösungen für die Stillegung von Kernkraftwerken zu entwickeln.

Diese Studien und Vorhaben sollen weitgehend von der Kommission finanziert und auch – mit Unterstützung eines Beratenden Programmausschusses, dem Vertreter der Mitgliedstaaten und Beamte der Kommission angehören – von ihr koordiniert werden. Der Ausschuß wird zusammentreten, sobald das Programm gebilligt ist. Die Arbeiten werden von qualifizierten öffentlichen oder privaten Organisationen in den Mitgliedstaaten durchgeführt werden.

Um überflüssige Doppelarbeit zu vermeiden, sind die einschlägigen Aktivitäten internationaler Organisationen bei der Aufstellung des Programms berücksichtigt worden. Andererseits wurde der Programmbereich genau abgegrenzt, um Überschneidungen mit dem Gemeinschaftsprogramm für die Bewirtschaftung und Lagerung radioaktiver Abfälle zu vermeiden. Das Programm berücksichtigt insbesondere die die Dekontamination von Reaktorkomponenten betreffenden Aktivitäten, welche bei der Gemeinsamen Forschungsstelle im Rahmen des Mehrjahresprogramms 1977 bis 1980 durchgeführt werden, und wird mit diesen Aktivitäten strikt koordiniert werden.

Das Programm kann nach Ablauf von zwei Jahren zur Revision vorgelegt werden, um bei Bedarf den erzielten Ergebnissen entsprechend eine Neuausrichtung oder Erweiterung zu erfahren.

3. Forschungs- und Entwicklungsaktionen

Die vorgeschlagenen Aktionen, die in Anlage II beschrieben sind, betreffen folgende Themen:

Aktion Nr. 1: Langfristige Integrität von Gebäuden und Systemen

Aktion Nr. 2: Dekontaminierung für Stillegungszwecke

Aktion Nr. 3: Demontageverfahren

Aktion Nr. 4: Behandlung spezifischer Abfälle: Stahl, Beton und Graphit

Aktion Nr. 5: Große Transportbehälter für beim Abbruch von Kernkraftwerken anfallende radioaktive Abfälle

Aktion Nr. 6: Schätzung der Mengen radioaktiver Abfälle, die bei der Stillegung von Kernkraftwerken in der Gemeinschaft anfallen

Aktion Nr. 7: Einfluß konstruktiver Eigenschaften von Kernkraftwerken auf die Stillegung.

Diese Vorschläge wurden aufgrund der in Teil I beschriebenen Analyse vorliegender Studien und Erfahrungen formuliert.

Über diese Vorschläge hinaus wird in Aussicht genommen, daß sich die Gemeinschaft an einer Operation industriellen Maßstabs beteiligt, die im Zusammenhang der Stillegung eines Kernkraftwerks oder einer größeren Kernkraftwerkskomponente durchgeführt wird und bei der neue Techniken demonstriert oder bewährte Verfahren auf einen erweiterten Bereich von Bedingungen, wie zum Beispiel Größe und Strahlenpegel der Komponenten, angewendet werden. Da jetzt noch keine spezifische Aktion vorgeschlagen werden kann, wird die Operation hier nur zur Erinnerung aufgeführt; nach Möglichkeit sollte ein Vorschlag jedoch bei der Programmrevision vorgelegt werden. Der finanzielle Beitrag der Gemeinschaft würde sich nach der allgemeinen Bedeutung der Informationen richten, die mit der vorgeschlagenen Aktion voraussichtlich erlangt werden können.

4. Festlegung von Leitlinien

Diese Arbeiten beziehen sich auf

— Leitlinien für die Konzipierung und den Betrieb von Kernkraftwerken im Hinblick auf die Erleichterung ihrer späteren Stillegung;

— Leitlinien für die Stillegung von Kernkraftwerken.

Die schrittweise Ausarbeitung von Leitlinien ist erforderlich, um die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in Zukunft genauer ausrichten zu können. Umgekehrt können die Ergebnisse der Forschungsaktionen die Entwicklung der Leitlinien beeinflussen. Im Hinblick auf diese wechselseitige Abhängigkeit ist die schrittweise Ausarbeitung von Leitlinien in das Programm aufgenommen worden.

Es ist vorgesehen, die in den Mitgliedstaaten vorhandenen Elemente solcher Leitlinien zu sammeln und zu analysieren und auf dieser Basis die Möglichkeiten einer Annäherung der Positionen zu erreichen bzw. gemeinsame Positionen zu entwickeln. In einem späteren Programmabschnitt würde versucht werden, Vorschläge für gemeinsame Leitlinien zu erarbeiten.

Die Kommission sollte auch über einen begrenzten Etat für diese Aktion verfügen, damit sie die erforderlichen Analysen im Rahmen von Studienverträgen in Auftrag geben kann.

5. Aufschlüsselung der vorgeschlagenen Mittel

Kosten für fünf Jahre in Millionen Europäischen Rechnungseinheit (ERE):

Posten	Kosten
Beitrag zu Forschungs- und Entwicklungsaktionen:	
Aktion Nr. 1	0,3
Aktion Nr. 2	1,4
Aktion Nr. 3	1,1
Aktion Nr. 4	0,6
Aktion Nr. 5	0,2
Aktion Nr. 6	0,4
Aktion Nr. 7	0,6
Zwischensumme Aktionen 1 bis 7	4,6
Festlegung von Leitlinien	0,2
Personal *)	1,31
Sitzungen	0,27
Insgesamt	6,38

*) Das Programm erfordert 5 Bedienstete (2 A + 2 B + 1 C)

Anlage I

Ergänzende Angaben zu Teil I

2. Erfahrungen mit der Stillegung

Die Kernkraftwerke, die bereits außer Betrieb genommen wurden, sind in Tabelle 1 aufgeführt. Tabelle 2 enthält weitere Angaben über Kernkraftwerke, die über die Stufe 1 hinaus stillgelegt worden sind.

3.1 Leichtwasserreaktoren

Angaben über Radionuklide, die für die Aktivierung von Stählen signifikant sind, finden sich in Tabelle 3. Tabelle 4 enthält weitere Angaben zu den Kostendaten.

5.2 Außerbetriebnahme von Kernkraftwerken

Die in der zusammenfassenden Tabelle in Teil I Punkt 5.2 berücksichtigten Kernkraftwerke sind in Tabelle 5 aufgeführt.

6.1 Leitgrundsätze für die Planung und den Betrieb von Kernkraftwerken im Hinblick auf die Vereinfachung der Stillegung

Im Rahmen der Internationalen Atomenergie-Organisation (Dokument IAEO–179) sind folgende Auslegungskriterien empfohlen worden:

Anordnung von Komponenten und Gebäuden

Komponenten und Gebäude sollten so angeordnet werden, daß

— der Standort letztlich trotz des eventuellen Vorhandenseins stillgelegter Gebäude sein maximales Potential erreichen kann;
— um sie herum genügend Raum vorhanden ist, um den Zugang mit Transportgeräten, Abschirmungen oder Werkzeugen zu gestatten;
— geeignete Zellen oder Kabinen errichtet werden können, um die Ausbreitung von radioaktivem Material während der Demontage zu begrenzen und um bei Bedarf einen Betrieb bei niedrigerem als dem Umgebungsdruck zu ermöglichen;
— sie in einem Stück durch angrenzende Räume oder das Dach entfernt werden können, unter Verwendung anlageneigener oder (falls notwendig) externer Hebevorrichtungen;

Konstruktion von Komponenten und Gebäuden

Beim Entwurf der Komponenten und Gebäude ist darauf zu achten, daß

— die kontaminierten oder aktivierten Teile entfernt werden können (Beispiel: abtrennbare Betonschichten auf dem biologischen Schild);
— ihr Aktivitätspegel in Grenzen gehalten wird (Beispiel: Abstand zwischen der Stahlbewehrung des Betons und der Neutronenflußzone);
— die Komponenten und Strukturen in vergleichsweise leichte, kleine und für den Transport geeignete Teile zerlegt werden können;
— für die Entfernung aus der Umschließung oder dem Reaktorgebäude geeignete Durchführungen und Öffnungen vorhanden sind;
— möglichst viele Komponenten auswechselbar sind;
— die Werkstoffe so gewählt werden, daß die Bildung langlebiger Nuklide in Grenzen gehalten wird.

Vorkehrungen für die Dekontaminierung

Um die Dekontaminierung von Komponenten, Rohrsystemen und Räumen zu vereinfachen, sollten folgende Vorkehrungen getroffen werden:

— Die Ausbreitung von aktiven Korrosionsprodukten oder Ablagerungen während des Betriebs oder der Stillegung sollte begrenzt werden, was zum Beispiel durch Dränierungspunkte, Vorrichtungen zum Spülen der Rohrsysteme und Fallen in den Rohrleitungen geschehen kann;
— Einrichtungen für die Dekontaminierung von Komponenten und Räumen einschließlich Vorkehrungen für die Einleitung und Entnahme von von Dekontaminierungslösungen.

Administrative Maßnahmen

Es sollte ein zuverlässiges Dokumentationssystem aufgebaut und zur Erfassung aller Änderungen in bezug auf die Auslegung und die Werkstoffe der Anlage während ihres Betriebs verwendet werden.

Tabelle 1:

Außer Betrieb genommene Kernkraftwerke

Land	Anlage	Typ *)	Leistung MWe	Betriebszeit
Frankreich	Marcoule G 1	GGR	4	1956 – 1968
Frankreich	Chinon 1	GGR	70	1963 – 1973
Deutschland	HDR Großwelzheim	BWR	25	1970 – 1972
Deutschland	KKN Niederaichbach	HWR	100	1974 – 1974
Vereinigtes Königreich	DFR Dounreay	FBR	15	1963 – 1977
Schweiz	CNL Lucens	HWR	8	1968 – 1969
USA	Vallocitos EVESR	BWR	5	1957 – 1963
USA	Elk River Reactor	BWR	22	1964 – 1968
USA	Hallam HNPF	SGR	75	1962 – 1964
USA	BONUS	BWR	16,5	1962 – 1968
USA	Vallecitos VBWR	BWR	10	1957 – 1963
USA	Santa Susanna	SGR	7,5	1958 – 1966
USA	Piqua OMR	OMR	11,4	1963 – 1966
USA	Carolinas CVTR	PWR	17	1963 – 1967
USA	Enrico Fermi	FBR	61	1966 – 1971
USA	Pathfinder	BWR	62	1962 – 1967
USA	Saxton	PWR	4,2	1962 – 1972
USA	Peach Bottom	HTR	40	1966 – 1974

*) BWR = Siedewasserreaktor
GGR = Gas-Graphit-Reaktor
SBR = Schneller Brüter
HTR = Hochtemperaturreaktor
HWR = Schwerwasserreaktor
OMR = Organisch moderierter Reaktor
PWR = Druckwasserreaktor
SGR = Natrium-Graphit-Reaktor

Anlagen, deren Stillegung über Stufe 1 hinaus gediehen ist

Tabelle 2

Anlage	HNPF (Hallam Nuclear Power Facility)	BONUS (Boiling Nuclear Superheater Reactor)	CNL (Centrale nucléaire Lucens)	ERR (Elk River Reactor)
Land	USA	USA	Schweiz	USA
Reaktortyp	Graphitmoderierung, Natriumkühlung	Siedewasser, nukleare Überhitzung	Schwerwasser-moderierung, Gaskühlung	Siedewasser (fossile Überhitzung)
Leistung	75	16,5	8	22
Betriebszeit	1962 – 1964	1962 – 1968	1968 – 1969	1964 – 1968
Aktivitätsinventar (Ci) *)	3×10^5	50 000	500	9 000
Erreichter Stillegungszustand	Unterirdischer Einschluß; Standortgelände bepflanzt und uneingeschränkt zugänglich	Einschluß im biologischen Schild; Anlage in Museum umgewandelt	Schwach aktive Teile (insgesamt 1,5 Ci) eingeschlossen; übrige Teile verpackt und am Standort gelagert; Reaktorkavernen uneingeschränkt zugänglich	Stufe 3 im Jahre 1974 abgeschlossen
Stillegungskosten	4,2 Millionen US-$	Angaben nicht verfügbar	Angaben nicht verfügbar	5,7 Millionen US-$

*) HNPF: Im Zeitpunkt des Einschlusses
Andere: Zu Beginn der Stillegung

Tabelle 3: **Für die Aktivierung der in Leichtwasserreaktoren verwendeten Stähle signifikante Radionuklide**

Radionuklid	Eisen 55	Kobalt 60	Nickel 63	Nickel 59
Halbwertszeit, Jahre	2,4	5,2	92	80 000
Strahlung	Gammastrahlung Röntgenstrahlung	Gamma, Beta	Beta	Gammastrahlung Röntgenstrahlung
Ausgangselement	Eisen	Kobalt	Nickel	
Gehalt (%) des Ausgangselements in				
— Rostfreistahl [1])	70	Spuren	10	
— unlegiertem Stahl [2])	97	Spuren	0,5 – 0,8	

[1]) Komponenten: Reaktorgefäßeinbauten, Reaktorgefäßauskleidung
[2]) Komponenten: Reaktorgefäß

Tabelle 4: **Kostenschätzungen für die Stillegung von Leichtwasserreaktoren**
(1200 MWe-Anlagen; Betriebszeit 40 Jahre)
Kosten in Millionen US-$, Wert 1975 [1])

Studie	E				A	
Referenz	EUR 5728 d				AIF/NESP-009 SR	
Reaktor	PWR		BWR			
Diskontierung	(2)	keine	(2)	keine	keine	keine
Sofortige Durchführung der Stufe 3	68,4	78,6	83,4	95,4	26,9	31,2
Verzögerte Durchführung der Stufe 3 – nach Stufe 1						
— Stufe 1	4,5	4,6	4,5	4,6	2,3	2,4
— Zwischenkosten (3)						
– Fall I	0,3	0,7	0,3	0,7	9,5	9,2
— Fall II	(4)	(4)	(4)	(4)	18,0	17,4
— Stufe 3 (5)	12,2	59,0	13,1	63,3	11,0	11,7
— Insgesamt						
— Fall I	17,0	64,3	17,9	68,6	22,8	23,3
— Fall II	(4)	(4)	(4)	(4)	31,3	31,5
Verzögerte Durchführung der Stufe 3 – nach Stufe 2						
— Stufe 2					7,4	7,6
— Zwischenkosten (3)	(4)				6,3	6,0
— Stufe 3 (5)					10,8	12,1
— Insgesamt					24,5	25,8

[1]) Angaben der Studie E nach dem Kurs 1 DM = 0,4 US-$ umgewandelt
[2]) Diskontiert bis zum Zeitpunkt der Außerbetriebnahme zu einem Jahressatz von 3,7 % (dieser Satz ergibt sich aus einem angenommenen jährlichen Zinssatz von 12 % und einer jährlichen Inflationsrate von 8 %)
[3]) Auf der Grundlage folgender jährlicher Wartungs- und Überwachungskosten:

Studie	E	A
Nach Stufe 1 — Fall I: kein Wachdienst	0,019	0,088
— Fall II: mit Wachdienst	(4)	0,167
Nach Stufe 2	(4)	0,058

[4]) Nicht untersuchte Alternative
[5]) Verzögerte Durchführung der Stufe 3: 40 Jahre (Studie E), 108 Jahre (Studie A, PWR) und 104 Jahre (Studie A, BWR) nach Außerbetriebnahme (die in Studie A angesetzten Wartezeiten wurden so geschätzt, daß eine manuelle — gegenüber der fernbetätigten — Demontage möglich ist).

Tabelle 5: **Fertiggestellte oder im Bau befindliche Kernkraftwerke in der Europäischen Gemeinschaft**

Anlage	Land	Typ	Leistung MWe	Betriebs-beginn	Jahr oder angenommener Zeitraum der Außerbetriebnahme
Marcoule G 1	F	GGR	4	1956	1968
HDR Großwelzheim	D	BWR	25	1970	1972
Chinon 1	F	GGR	70	1963	1973
KKN Niederaichbach	D	HWR	100	1974	1974
DFR Dounreay	UK	FBR	15	1963	1977
BR-3 Mol	B	PWR	10	1966	1981 – 1990
MZFR Karlsruhe	D	HWR	51	1966	
(Otto Hahn)	D	PWR		1968	
El-4 Monts d'Arré	F	HWR	70	1967	
VAK Kahl	D	BWR	15	1961	
WAGR Windscale	UK	AGR	32	1963	
Marcoule G 2	F	GGR	40	1959	
Marcoule G 3	F	GGR	40	1960	
Calderhall	UK	GGR	4 × 50	1956 – 59	
Chapelcross	UK	GGR	4 × 50	1959 – 60	
Berkeley	UK	GGR	2 × 138	1961	1991 – 2000
Bradwell	UK	GGR	2 × 150	1961	
Latina	I	GGR	210	1964	
Hunterston A	UK	GGR	2 × 150	1964	
Garigliano	I	BWR	160	1964	
Trino Vercellese	I	PWR	257	1965	
Chinon 2	F	GGR	200	1965	
Hinkley Point A	UK	GGR	2 × 250	1965	
Trawnsfynydd	UK	GGR	2 × 250	1965	
Dungeness A	UK	GGR	2 × 275	1965	
Chinon 3	F	GGR	480	1966	
Sizewell A	UK	GGR	2 × 290	1966	
KRB Gundremmingen	D	PWR	237	1966	
SENA Chooz	F	PWR	305	1967	
AVR Jülich	D	HTR	13	1967	
Oldbury A	UK	GGR	2 × 300	1967 – 68	
KWL Lingen	D	BWR	182	1968	
KWO Obrigheim	D	PWR	328	1968	
GKN Dodewaard	NL	BWR	52	1968	
SGHWR Winfrith	UK	HWR	92	1968	
St Laurent 1	F	GGR	480	1969	
St Laurent 2	F	GGR	515	1971	2001 – 2010
Wylfa	UK	GGR	2 × 590	1971	
KNK Karlsruhe	D	SZr	19	1972	
KWW Würgassen	D	BWR	640	1972	
KKS Stade	D	PWR	630	1972	
Bugey 1	F	GGR	540	1972	
Borssele	NL	PWR	450	1973	
Phénix	F	FBR	233	1973	
Biblis A	D	PWR	1146	1974	
Doel 1	B	PWR	390	1974	
Tihange 1	B	PWR	870	1975	
DFR Dounreay	UK	FBR	230	1975	

Tabelle 5: **Fortsetzung**

Anlage	Land	Typ	Leistung MWe	Betriebs-beginn	Jahr oder angenommener Zeitraum der Außerbetriebnahme
Doel 2	B	PWR	390	1975	
Biblis B	D	PWR	1240	1976	
GKN Neckarwestheim	D	PWR	775	1976	
KKB Brunsbüttel	D	BWR	770	1976	
Hinkley Point B	UK	AGR	2 × 625	1976 – 77	
Hunterston B	UK	AGR	2 × 625	1976 – 77	
Fessenheim 1, 2	F	PWR	2 × 890	1977	
KKI Isar	D	BWR	870	1977	
KKP-1 Philippsburg	D	BWR	864	1977	
KKU Unterweser	D	PWR	1230	1977	
Bugey 2, 3	F	PWR	2 × 925	1978	
Caorso	I	PWR	840	1978	
Bugey, 4, 5	F	PWR	2 × 905	1978 – 79	2001 – 2010
Tricastin 1, 2, 3, 4	F	PWR	4 × 925	1979 – 80	
Gravelines 1, 2, 3, 4	F	PWR	4 × 925	1979 – 81	
KKG Grafenrheinfeld	D	PWR	1229	1979	
Mülheim-Kärlich	D	PWR	1154	1979	
Dungeness B	UK	AGR	2 × 600	1979	
Hartlepool	UK	AGR	2 × 625	1979	
Heysham	UK	AGR	2 × 625	1979	
Dampierre 1, 2, 3, 4	F	PWR	4 × 925	1979 – 81	
Doel 3	B	PWR	900	1980	
Tihange 2	B	PWR	900	1980	
KKK Krümmel	D	BWR	1260	1980	
THTR-300 Uentrop	D	HTR	300	1980	
St Laurent B 1, 2	F	PWR	2 × 925	1981	
Le Blayais 1, 2	F	PWR	2 × 925	1981	
KWG Grohnde	D	PWR	1294	1981	
KRB B, C Gundremmingen	D	BWR	2 × 1250	1981 – 82	
Chinon B 1, 2	F	PWR	2 × 925	1981 – 82	
KBR Brokdorf	D	PWR	1294	1982	
KWS Wyhl	D	PWR	1283	1982	nach 2010
SNR-300 Kalkar	D	FBR	282	1982	
Cirene	I	HWR	32	1982	
Paluit 1, 2	F	PWR	2 × 1300	1982	
Superphénix	F	FBR	1200	1983	
KKP-2 Philippsburg	D	PWR	1280	1982	
ENEL 6, 8 Montalto	I	BWR	2 × 980	1983 – 84	

Bemerkung: Der für die Außerbetriebnahme angesetzte Zeitraum ergibt sich aus der Annahme gemäß Punkt 5.2 in Teil I. Im allgemeinen sind die Daten der Außerbetriebnahme noch nicht fest geplant.

Anlage II

Beschreibung der vorgeschlagenen Forschungs- und Entwicklungsaktionen

Aktion Nr. 1

Langfristige Integrität von Gebäuden und Systemen

Es ist vorgeschlagen worden, mit der Demontage von Kernkraftwerken einige Jahrzehnte bis rund hundert Jahre zu warten, vor allem um die Strahlenbelastung des Personals zu verringern. Eine signifikante Verschlechterung des Zustands der Anlage und insbesondere der Kontaminationsschranken in dieser Zeit würde Probleme der Sicherheit, der Wartungskosten und letztlich der Demontage aufwerfen. Diesem Aspekt, der in den meisten bisherigen Stillegungsstudien nicht untersucht worden ist, kommt unter anderem Bedeutung für die Veranschlagung eines angemessenen Zeitraumes für den Aufschub des Abbruchs zu.

Diese Aktion hätte die Verbesserung der Kenntnisse über die Verschlechterung des Anlagenzustands und die Empfehlung zweckdienlicher Verhütungsmaßnahmen zum Ziel.

Programm

- Beurteilung des Fortschreitens der Verwitterung bei Sicherheitsbehältern und des Wartungsaufwands als Funktion der Zeit auf der Grundlage einer Analyse der vorliegenden Erfahrung mit ähnlichen Gebäuden.
- Untersuchung der durch Reste von Feuchtigkeit und aggressiven Agenzien verursachten Korrosion im Inneren von geschlossenen kontaminierten Systemen; Entwicklung von Methoden zur Entfernung der Rückstände korrodierender Agenzien.
- Untersuchung weiterer Maßnahmen zur Erhaltung von Anlagen in einem sicheren Zustand.

Gemeinschaftsbeitrag: 0,3 Millionen ERE

Aktion Nr. 2

Dekontaminierung für Stillegungszwecke

Im Rahmen dieser Aktion sollen speziell für Stillegungszwecke geeignete Dekontaminierungsmethoden entwickelt und beurteilt werden.

Es handelt sich um Methoden für geschlossene Systeme, für demontierte Komponenten, namentlich solche mit großen Abmessungen, oder für die Gebäudeoberflächen. Die Methoden können aggressiver als die gegenwärtig beim Reaktorbetrieb angewandten sein. Die Entwicklungsarbeiten sollten insbesondere auf folgende Eigenschaften abzielen: hoher Dekontaminationsfaktor, einfache und sichere Anwendung, unproblematische Art und geringes Volumen des Sekundärabfalls. Von besonderem Interesse sind Methoden, die innerhalb der Kernkraftwerke und mit einem Mindestaufwand an zusätzlichem Gerät angewandt werden können.

Zu den in Betracht kommenden Methoden gehören: Dekontaminierung mittels Pasten und Salzschmelzen, elektrolytische Dekontaminierung, Dekontaminierung unter Einsatz von Sprengverfahren.

Außerdem sollte eine synoptische Studie durchgeführt werden, um den vernünftigen Dekontaminationsaufwand bei der Stillegung auf der Grundlage typischer Referenzkomponenten zu veranschlagen. Bei dieser Studie wären insbesondere die Komponenten zu ermitteln, bei denen eine „vollständige Dekontamination" mit anschließender uneingeschränkter Freigabe angebracht wäre.

Die besonderen Stillegungsprobleme im Falle von Kernkraftwerken, bei denen sich ein größerer Störfall ereignet hat, sollen ebenfalls untersucht werden. Der Untersuchung wäre ein Kühlmittelverlustunfall mit anschließender schwerer Kontamination der Anlage zugrunde zu legen. Es sollen Verfahren vorgeschlagen werden, mit denen die Anlage in einen Zustand gebracht werden kann, der eine sichere Anwendung normaler Stillegungsverfahren ermöglicht. Erforderlichenfalls sind angemessene Konstruktionsänderungen vorzuschlagen.

Gemeinschaftsbeitrag: 1,4 Millionen ERE

Aktion Nr. 3

Demontageverfahren

Bei Stillegungsarbeiten wurden bereits verschiedene Demontageverfahren angewandt, die jedoch einer weiteren Entwicklung bedürfen, damit sie für die in der Zukunft erforderlichen schwierigen Aufgaben eingesetzt werden können. Ferner sind vielversprechende neue Techniken vorgeschlagen worden.

Wegen der Vielfalt der in Betracht kommenden Verfahren ist vorgesehen, eine vergleichende Studie unter Berücksichtigung mehrerer typischer Demontageaufgaben durchzuführen, um die möglichen Anwendungen und jeweiligen Vorzüge der verschiedenen Verfahren zu beurteilen. Auf dieser Grundlage sollten dann die aussichtsreichsten Techniken ausgewählt und weiterentwickelt werden.

Als Gegenstand weiterer Entwicklungsarbeiten wurden bereits folgende Techniken ermittelt:

- Sprengverfahren zum Zerlegen von Stahlrohren und Betonstrukturen,
- thermische Verfahren zum Zerschneiden dickwandiger Stahlkomponenten.

Gemeinschaftsbeitrag: 1,1 Millionen ERE

Aktion Nr. 4

Behandlung spezifischer Abfallmaterialien: Stahl, Beton und Graphit

Bei der Stillegung von Kernkraftwerken werden stets große Mengen radioaktiver Abfälle aus Stahl anfallen. Für die Konditionierung solcher Abfälle sind die Zerkleinerung bei tiefen Temperaturen und das Einschmelzen als aussichtsreiche neue Verfahren vorgeschlagen worden.

Die Zerkleinerung bei tiefen Temperaturen zielt in erster Linie auf eine Verringerung des zu lagernden

Volumens ab; sie dürfte besonders für Elemente wie Rohrleitungen geeignet sein.

Das Einschmelzen dient verschiedenen Zwecken:

- maximale Verringerung des Lagervolumens;
- maximale Verringerung der Oberfläche, die nach der Endlagerung korrodieren könnte;
- Dekontamination durch Abtrennung der Schlacke;
- Einschluß der Restkontamination in das Grundmaterial;
- möglicherweise Abtrennung langlebiger Radionuklide.

Bezüglich dieser Verfahren umfaßt die Aktion Durchführbarkeitsstudien unter Einschluß von

- grundlegenden Untersuchungen spezifischer Aspekte wie der Wirksamkeit der Dekontamination durch Einschmelzen und der Möglichkeit, die langlebigen Radionuklide abzutrennen;
- Konzeptstudien zur Ermittlung der wichtigsten Prozeßparameter und Anwendungsbedingungen sowie zur Beurteilung des industriellen Interesses der betreffenden Verfahren.

Die von tritiierten Stahlabfällen aufgeworfenen Probleme werden ebenfalls untersucht.

Für Betonabfälle sollte eine Konditionierungsmethode entwickelt werden, durch die ein dauerhafter Einschluß der Radioaktivität erreicht wird.

Bei der Stillegung von Gas-Graphit-Reaktoren und fortgeschrittenen gasgekühlten Reaktoren werden große Mengen von Graphitabfällen entstehen. Im Rahmen dieser Aktion soll eine Methode zur Beseitigung dieser Abfälle entwickelt werden; dabei sind die globalen und langfristigen radiologischen Wirkungen von Kohlenstoff–14 in der Atmosphäre im Falle der Verbrennung des Graphits zu berücksichtigen.

Gemeinschaftsbeitrag: 0,1 Millionen ERE

Aktion Nr. 5

Große Transportbehälter für beim Abbruch von Kernkraftwerken anfallende radioaktive Abfälle

Untersuchungen haben ergeben, daß es wünschenswert ist, den bei der Demontage bestimmter größerer Reaktorkomponenten anfallenden radioaktiven Abfall in größeren als den für andere Arten radioaktiver Abfälle üblichen Einheiten zu transportieren, um den erforderlichen Zerkleinerungsaufwand und damit die Strahlenbelastung des Personals und die Stillegungskosten zu verringern. Größe und Gewicht der Transporteinheiten sollten zumindest so bemessen sein, daß die normalen Transportmittel voll genutzt werden können.

Programm

- Systemstudie mit dem Ziel, die Typen großer Transport- und/oder Endlagerbehälter zu definieren, die auf Grund der Abfalleigenschaften wie Strahlenpegel, Vorbehandlung usw. benötigt werden;
- Konzeptstudie großer Behälter einschließlich Abschirmungsentwurf und Sicherheitsanalyse; Festlegung des für Genehmigungszwecke erforderlichen Testprogramms.

Gemeinschaftsbeitrag: 0,2 Millionen ERE

Aktion Nr. 6

Schätzung der Mengen radioaktiver Abfälle, die bei der Stillegung von Kernkraftwerken in der Gemeinschaft anfallen

Diese Aktion erfordert die Definition von Referenzstrategien für die Stillegung und ist daher als langfristige Aufgabe anzusehen. Das Fünfjahresprogramm kann mithin nur zum Ziele haben, einen ersten versuchsweisen Ansatz zu dem Problem zu erarbeiten.

Programm

- Zusammenstellung von Daten betreffend das Aktivitätsinventar von Kernkraftwerken in den Mitgliedstaaten nach ihrer Außerbetriebnahme; diese Zusammenstellung ist durch Berücksichtigung neuer Studienergebnisse, die verfügbar werden, schrittweise zu vervollständigen.
- Untersuchung verschiedener Schemata für die Stillegung von Kernkraftwerken und die Konditionierung der dabei entstehenden Abfälle.
- Schätzung des Anfalls radioaktiver Abfälle bei der Stillegung von Kernkraftwerken auf der Grundlage einiger ausgewählter Stillegungsschemata, um auf lange Sicht zu einer Schätzung der in den Mitgliedstaaten anfallenden Abfälle zu gelangen.

Gemeinschaftsbeitrag: 0,4 Millionen ERE

Aktion Nr. 7

Einfluß konstruktiver Eigenschaften von Kernkraftwerken auf die Stillegung

Im Rahmen dieser Aktion sollen zweckdienliche Verbesserungen der Kraftwerksauslegung im Hinblick auf die Stillegung ermittelt und entwickelt werden. Nach Möglichkeit sollen Reaktorbaufirmen beteiligt werden, um die wirksame Durchführung dieser Aufgabe bei gleichzeitigem Schutz der industriellen Kenntnisse zu gewährleisten.

Programm

- Zunächst Informations- und Meinungsaustausch über den Umfang, in dem Kriterien, die die Stilllegung erleichtern, bereits berücksichtigt werden, und über die Möglichkeiten weiterer Verbesserungen; Ermittlung einiger spezifischer Verbesserungen, die sich zur Untersuchung im Rahmen dieser Aktion eignen.
- Beurteilung dieser spezifischen Verbesserungen unter dem Blickwinkel ihrer technischen Durchführbarkeit und unter angemessener Berücksichtigung der Sicherheit und Zuverlässigkeit des Betriebs sowie der wirtschaftlichen und der Umweltauswirkungen dieser Verbesserungen.
- Experimentelle Studien zu ausgewählten spezifischen Themen (z. B. entfernbare Oberflächenbeschichtungen).

Gemeinschaftsbeitrag: 0,6 Millionen ERE

Vorschlag für einen Beschluß des Rates zur Festlegung eines Programms betreffend die Stillegung von Kernkraftwerken

DER RAT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN —

gestützt auf den Vertrag zur Gründung der Europäischen Atomgemeinschaft, insbesondere auf Artikel 7,

auf Vorschlag der Kommission, die den Ausschuß für Wissenschaft und Technik angehört hat,

nach Stellungnahme des Europäischen Parlaments,

nach Stellungnahme des Wirtschafts- und Sozialausschusses, in Erwägung nachstehender Gründe:

In dem Aktionsprogramm der Europäischen Gemeinschaften für den Umweltschutz, das der Rat der Europäischen Gemeinschaften und die im Rat vereinigten Vertreter der Regierungen der Mitgliedstaaten in der Entschließung vom 17. Mai 1977 [1]) gebilligt haben, werden Maßnahmen der Gemeinschaft im Zusammenhang mit der Stillegung von Kernkraftwerken als notwendig bezeichnet, und es werden der Inhalt und die Verfahren zur Durchführung solcher Maßnahmen festgelegt.

Es ist unvermeidlich, daß bestimmte Teile von Kernkraftwerken während des Betriebs radioaktiv werden; deshalb müssen wirksame Lösungen gefunden werden, mit denen die Sicherheit und der Schutz des Menschen und seiner Umgebung gegen die potentiellen Gefahren im Zusammenhang mit der Stillegung von Kernkraftwerken gewährleistet werden können –

BESCHLIESST:

Artikel 1

Mit Wirkung vom 1. Juli 1978 wird für die Dauer von fünf Jahren ein Forschungsprogramm im Zusammenhang mit der Stillegung von Kernkraftwerken, wie es im Anhang definiert ist, festgelegt. Der Anhang ist Bestandteil dieses Beschlusses.

Artikel 2

Der Betrag der Mittelbindungen zur Durchführung dieses Programms wird auf 6,38 Millionen Europäische Rechnungseinheiten (ERE) veranschlagt und der Personalbestand wird auf fünf Bedienstete veranschlagt.

Artikel 3

Das im Anhang festgelegte Programm kann am Ende des zweiten Jahres nach geeigneten Verfahren überprüft werden.

[1]) ABl. EG Nr. C 139 vom 13. Juni 1977, S. 34 bis 35

Anhang

Programm

Das Programm bezweckt die gemeinsame Entwicklung eines Systems für die Bewirtschaftung außer Betrieb genommener Kernkraftwerke und der bei deren Abbruch anfallenden radioaktiven Abfälle, das in seinen verschiedenen Stufen den bestmöglichen Schutz der Bevölkerung und der Umwelt gewährleistet. Das Programm sieht vor:

A. Forschungs- und Entwicklungsaktionen zu folgenden Themen:

Aktion Nr. 1: Langfristige Integrität von Gebäuden und Systemen;

Aktion Nr. 2: Dekontaminierung für Stillegungszwecke;

Aktion Nr. 3: Demontageverfahren;

Aktion Nr. 4: Behandlung spezifischer Abfälle: Stahl, Beton und Graphit;

Aktion Nr. 5: Große Transportbehälter für beim Abbruch von Kernkraftwerken anfallende radioaktive Abfälle;

Aktion Nr. 6: Schätzung der Mengen radioaktiver Abfälle, die bei der Stillegung von Kernkraftwerken in der Gemeinschaft anfallen;

Aktion Nr. 7: Einfluß konstruktiver Eigenschaften von Kernkraftwerken auf die Stillegung.

B. Festlegung von Leitlinien, nämlich:

— bestimmten Leitlinien für die Konzipierung und den Betrieb von Kernkraftwerken zur Erleichterung einer späteren Stillegung;

— Leitlinien für die Stillegung von Kernkraftwerken, die die ersten Elemente einer diesbezüglichen Gemeinschaftspolitik darstellen könnten.

Finanzbogen

1. Stelle im Haushaltsplan: 3359
2. Bezeichnung des Vorhabens: Stillegung von Kernkraftwerken
3. Rechtsgrundlage: Artikel 7 des Vertrages zur Gründung der EAG
4. Beschreibung, Ziel und Begründung des Vorhabens

4.1 Beschreibung

Es handelt sich um ein EURATOM-Forschungsprogramm (indirekte Aktion) über die Stillegung von Kernkraftwerken, das sich auf folgende Themen erstreckt:
- — Entwicklung von Spezialtechniken;
- — Vorausschätzung der anfallenden radioaktiven Abfälle;
- — Untersuchung bestimmter Merkmale der Kraftwerke im Hinblick auf die Stillegung;
- — Festlegung von Leitgrundsätzen.

Das Programm betrifft in erster Linie die Elektrizitätserzeugungsunternehmen und die auf dem Gebiet der Kernforschung tätigen öffentlichen und privaten Organisationen.

4.2 Ziel

Ziel der Aktion ist die Förderung der Entwicklung von Methoden und von Techniken für die Stillegung von Kernkraftwerken, die geeignet sind, den Schutz von Mensch und Umwelt zu gewährleisten.

4.3 Begründung des Vorhabens

Das vorgeschlagene Programm ergibt sich aus dem vom Rat am 17. Mai 1977 gebilligten Aktionsprogramm für den Umweltschutz und ist mit Unterstützung einer Gruppe nationaler Sachverständiger ausgearbeitet worden. Dank dem Austausch von Informationen und der Aufteilung der Aufgaben wird die Aktion eine Rationalisierung der Bemühungen auf Gemeinschaftsebene ermöglichen.

5. Finanzielle Auswirkungen des Vorhabens (in ERE)

5.0 Auswirkungen auf die Ausgaben

5.0.0 Gesamtkosten für die voraussichtliche Dauer zu Lasten

— des Haushaltsplanes der Gemeinschaften:	6 380 000 ERE
— der nationalen Behörden:	
— anderer Sektoren auf nationaler Ebene:	
Gesamtkosten	6 380 000 ERE

5.0.1 Mehrjähriger Ausgabenplan

Verpflichtungsermächtigungen

	1978 (2. Halbjahr)	1979	1980	1981	1982	1983 (1. Halbjahr)
Personal	—	262 000	277 000	294 000	311 000	164 000
Verwaltungskosten	24 000	49 000	52 000	55 000	59 000	30 000
Verträge	476 000	2 000 000	1 327 000	1 000 000	—	—
Insgesamt	500 000	2 311 000	1 656 000	1 349 000	370 000	194 000

Zahlungsermächtigungen

	1978 (2. Halbjahr)	1979	1980	1981	1982	1983 (1. Halbjahr)
Personal	—	262 000	277 000	294 000	311 000	164 000
Verwaltungskosten	24 000	49 000	52 000	55 000	59 000	30 000
Verträge	476 000	1 000 000	1 000 000	1 000 000	1 000 000	327 000
Insgesamt	500 000	1 311 000	1 329 000	1 349 000	1 370 000	521 000

5.0.2 Berechnungsweise

a) Personalausgaben

Der Mittelbedarf für dieses Programm wurde anhand folgenden Personalbestands ermittelt:
2 Bedienstete der Kategorie A,
2 Bedienstete der Kategorie B,
1 Bediensteter der Kategorie C.

Außer der Berechnung für den reinen Personalbestand berücksichtigen die angegebenen Zahlen auch die Gegebenheiten im Sinne des Haushaltsentwurfs für das Haushaltsjahr 1979. Keine Steige-

rung der Kaufkraft ist vorgesehen. Lediglich gegebenenfalls anzuwendende Berichtigungskoeffizienten zur Berücksichtigung der Entwicklung des allgemeinen Preisniveaus in der Gemeinschaft werden in Betracht gezogen.

b) Laufende Verwaltungs- und technische Ausgaben
Diese Ausgaben decken die Kosten für Reisen und Dienstreisen, die Organisation von Sitzungen, sowie für die Heranziehung wissenschaftlicher und technischer Unterstützung, sofern dies zur effektiven Abwicklung des Programms erforderlich ist.

c) Ausgaben für Verträge
Angesichts der Natur des Themas und der Qualifikationen der Vertragspartner ist es nicht möglich, eine einheitliche Berechnungsweise festzulegen.
Auf alle Fälle wird der Beratende Programmausschuß in der Frage des Verwendungszwecks der Mittel konsultiert werden.

d) Mehrjährige Vorausschätzungen
Die Koeffizienten für die Berechnung der Kostenschätzungen sind folgende: 1979 = 1,07, 1980 = 1,13, 1981 = 1,20, 1982 = 1,27, 1983 = 1,34.

5.1 Auswirkungen auf die Einnahmen

6. Art der vorgesehenen Kontrolle
Wissenschaftliche Kontrolle durch Verwaltungsausschüsse,
C.C.M.G.P.,
zuständige Beamte der Generaldirektion XII.
Verwaltungskontrolle:
Durchführung im Rahmen des Haushaltsplans: Finanzkontrolle.
Rechtmäßigkeit der Ausgaben: Vertragsabteilung der Generaldirektion XII.

7. Finanzierung des Vorhabens

7.0

7.1

7.2

7.3 in künftige Haushaltspläne einzusetzende Mittel.